

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/005909

International filing date: 29 March 2005 (29.03.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP  
Number: 2004-099888  
Filing date: 30 March 2004 (30.03.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 26 May 2005 (26.05.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application: 2 0 0 4 年 3 月 3 0 日

出 願 番 号  
Application Number: 特 願 2 0 0 4 - 0 9 9 8 8 8

パリ条約による外国への出願  
に用いる優先権の主張の基礎  
となる出願の国コードと出願  
番号

The country code and number  
of your priority application,  
to be used for filing abroad  
under the Paris Convention, is

J P 2 0 0 4 - 0 9 9 8 8 8

出 願 人  
Applicant(s): 株式会社タムラ製作所  
独立行政法人科学技術振興機構

2 0 0 5 年 5 月 1 1 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川



【書類名】	特許願
【整理番号】	P2004-014
【あて先】	特許庁長官 殿
【国際特許分類】	H01L
【発明者】	
【住所又は居所】	東京都練馬区東大泉 1－1 9－4 3 株式会社タムラ製作所内
【氏名】	白井 大
【発明者】	
【住所又は居所】	東京都練馬区東大泉 1－1 9－4 3 株式会社タムラ製作所内
【氏名】	小野崎 純一
【発明者】	
【住所又は居所】	東京都練馬区東大泉 1－1 9－4 3 株式会社タムラ製作所内
【氏名】	斉藤 浩司
【発明者】	
【住所又は居所】	東京都練馬区東大泉 1－1 9－4 3 株式会社タムラ製作所内
【氏名】	坂本 伊佐雄
【特許出願人】	
【識別番号】	390005223
【氏名又は名称】	株式会社タムラ製作所
【代理人】	
【識別番号】	100079164
【弁理士】	
【氏名又は名称】	高橋 勇
【電話番号】	03-3862-6520
【手数料の表示】	
【予納台帳番号】	013505
【納付金額】	21,000円
【提出物件の目録】	
【物件名】	特許請求の範囲 1
【物件名】	明細書 1
【物件名】	図面 1
【物件名】	要約書 1
【包括委任状番号】	0203893

【書類名】 特許請求の範囲

【請求項 1】

複数のパッド電極が離間して設けられた基板上にはんだ組成物を載置する塗布工程と、前記基板上の前記はんだ組成物を加熱してリフローするリフロー工程と、を備えたはんだバンプ形成方法において、

前記はんだ組成物は、はんだ粒子とフラックス作用を有する液体材料との混合物からなり、常温で又は前記加熱中に液状になる性質を有し、

前記リフロー工程では前記基板側から前記はんだ組成物を加熱する、  
ことを特徴とするはんだバンプ形成方法。

【請求項 2】

前記塗布工程では、

前記複数のバンプ電極上及びこれらの間隙上を含む面に全体的に前記はんだ組成物を載置する、

請求項 1 記載のはんだバンプ形成方法。

【請求項 3】

前記リフロー工程では、

前記基板上の前記はんだ組成物を、前記基板側から加熱するとともに、当該はんだ組成物の表面側から加冷する、

請求項 1 又は 2 記載のはんだバンプ形成方法。

【請求項 4】

前記リフロー工程では、

最初に前記パッド電極を前記はんだ粒子の融点以上に加熱し、当該パッド電極に接触している前記はんだ粒子を溶融して、当該パッド電極に濡れ広がったはんだ皮膜を形成し、このはんだ皮膜に更に前記はんだ粒子を合体させる、

請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載のはんだバンプ形成方法。

【請求項 5】

前記リフロー工程では、

前記はんだ組成物にその表面側が低く前記基板側が高くなるような温度差を設けることにより、前記基板側に近い前記はんだ粒子から先に沈降させる、

請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載のはんだバンプ形成方法。

【請求項 6】

前記リフロー工程では、

前記液体材料の対流を利用して前記はんだ粒子を前記パッド電極へ供給する、

請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載のはんだバンプ形成方法。

【請求項 7】

前記リフロー工程では、

容器内に前記基板を入れて、前記容器内において前記はんだ組成物中に前記基板を浸漬した状態で加熱する、

請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載のはんだバンプ形成方法。

【請求項 8】

複数のパッド電極が離間して設けられた基板上のはんだ組成物を加熱及びリフローしてはんだバンプを形成する、はんだバンプ形成装置において、

前記はんだ組成物は、はんだ粒子とフラックス作用を有する液体材料との混合物からなり、常温で又は前記加熱中に液状になる性質を有するものであり、

前記基板側から前記はんだ組成物を加熱する加熱手段を備えた、  
ことを特徴とするはんだバンプ形成装置。

【請求項 9】

前記基板上の前記はんだ組成物をその表面側から加冷する加冷手段を更に備えた、

請求項 8 記載のはんだバンプ形成装置。

【請求項 1 0】

前記基板及びこの基板上の前記はんだ組成物を収容する容器を更に備え、  
前記加熱手段は、前記容器を通して前記基板側から前記はんだ組成物を加熱する、  
請求項 8 又は 9 記載のはんだバンプ形成装置。

【請求項 1 1】

前記基板は平板であり、  
前記容器は、前記基板を載置する平らな底面と、液状の前記はんだ組成物の横溢を防止する周壁とを有する、  
請求項 1 0 記載のはんだバンプ形成装置。

【請求項 1 2】

前記加熱手段は熱風により加熱するものである、  
請求項 8 乃至 1 1 のいずれかに記載のはんだバンプ形成装置。

【請求項 1 3】

前記加熱手段は熱伝導により加熱するものである、  
請求項 8 乃至 1 1 のいずれかに記載のはんだバンプ形成装置。

【書類名】 明細書

【発明の名称】 はんだバンプ形成方法及び装置

【技術分野】

【０００１】

本発明は、例えば半導体基板やインターポーザ基板の上に突起状のはんだバンプを形成してＦＣ（flip chip）やＢＧＡ（ball grid array）を製造する際に用いられるはんだバンプ形成方法に関する。

【背景技術】

【０００２】

従来の一般的なはんだバンプの形成方法は、スクリーン印刷法やディスペンス法などを用いて基板のパッド電極上にはんだペーストを塗布し、このはんだペーストを加熱してリフローする、というものであった。なお、はんだペーストは「クリームはんだ」とも呼ばれる。

【０００３】

一方、特許文献１には、特殊なはんだ粉末とフラックスとの混合物からなるはんだペーストが記載されている。このはんだ粉末は、はんだ粒子を空气中で流動させることにより、はんだ粒子の表面に酸化膜を形成したものである。この強制的に形成した酸化膜は、リフロー時にフラックスの作用に抗して、はんだ粒子同士の合体を抑える働きをするという。そのため、このはんだペーストを基板上にベタ塗りしてリフローすると、パッド電極間ではんだブリッジが発生にくくなるので、パッド電極の高密度化及び微細化に適する、ということである。なお、パッド電極間のはんだブリッジは、はんだ粒子同士が合体して大きな塊となって、隣接するパッド電極の両方に接してしまうために起こる。

【０００４】

【特許文献１】 特開２０００－９４１７９号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

しかしながら、従来のはんだバンプの形成方法には、次のような問題があった。

【０００６】

近年の更なる多電極化、高密度化及び微細化に対して、スクリーン印刷法やディスペンス法では対応できなくなりつつある。すなわち、スクリーン印刷法では、メタルマスクの開口を微細化する必要があるので、メタルマスクの機械的強度が低下したり、メタルマスクの開口からはんだペーストが抜け難くなったりする、という問題が生じてきた。ディスペンス法では、多数のパッド電極の上の一つずつはんだペーストを載せていくので、パッド電極が多くなるほど量産には向かなくなる。

【０００７】

一方、特許文献１のはんだペーストでは、はんだ粒子の酸化膜の膜厚を、精度良く形成しなければならなかった。なぜなら、厚すぎるとパッド電極にはんだが濡れなくなり、薄すぎるとはんだ粒子同士が合体してしまうからである。しかも、フラックスの状態や種類によってもフラックスの作用が変化するので、これらに合わせて酸化膜の膜厚を精度良く制御する必要があった。一方、適切な膜厚の酸化膜を形成できなければ、パッド電極の高密度化及び微細化を達成できないことになる。したがって、特許文献１のはんだペーストでは、精密なマスクを不要とするベタ塗りが可能になるといっても、近年の高密度化及び微細化の要求に応えることは難しかった。

【０００８】

そこで、本発明の目的は、近年のはんだバンプの高密度化及び微細化の要求に応えることができる、はんだバンプ形成方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【０００９】

本発明に係るはんだバンプ形成方法は、複数のパッド電極が離間して設けられた基板上

にはんだ組成物を載置する塗布工程と、基板上のはんだ組成物を加熱してリフローするリフロー工程と、を備えている。そして、はんだ組成物は、はんだ粒子とフラックス作用を有する液体材料との混合物からなり、常温で又は加熱中に液状になる性質を有する。リフロー工程では、基板側からはんだ組成物を加熱する。

#### 【0010】

はんだ組成物は、常温で液状であり、又は加熱中に液状になる。このような性質（流動性）を得るには、液体材料の粘度が低いこと、はんだ粒子の混合比が小さいこと、及びはんだ粒子の粒径が小さいことが要求される。加熱中は、液体材料中にはんだ粒子が漂っているか又は沈降している状態である。なお、このはんだ組成物には、加熱中に液状になるものであれば従来のはんだペーストも含まれる。

#### 【0011】

ここで、基板上のはんだ組成物を基板側から加熱すると、はんだ組成物は表面になるほど温度が低く基板側になるほど温度が高くなる。すると、パッド電極に近い下方のはんだ粒子は、先に溶融し始め、溶融すればパッド電極に濡れ広がる。その時、パッド電極から遠い上方のはんだ粒子は、まだ十分に溶融していない。したがって、はんだ粒子同士で合体する機会を減少させることができるので、はんだブリッジの発生も抑制される。

#### 【0012】

また、塗布工程では、複数のバンプ電極上及びこれらの間隙上を含む面に全体的にはんだ組成物を載置する、としてもよい。すなわち、スクリーン印刷やディスペンサ（吐出器）を用いて、いわゆる「ベタ塗り」とすることができる。パッド電極間にはんだ組成物を載置しても、リフロー時にはんだ粒子同士が合体しないので、バンプ電極間ではんだブリッジの発生も抑えられる。したがって、精密に加工されたメタルマスクを使用することなく、精度を要しないベタ塗りでもはんだバンプを高密度かつ微細に形成できる。

#### 【0013】

リフロー工程では、最初にパッド電極をはんだ粒子の融点以上に加熱し、パッド電極に接触しているはんだ粒子を溶融して、パッド電極に濡れ広がったはんだ皮膜を形成し、このはんだ皮膜に更にはんだ粒子を合体させる、としてもよい。このような加熱状態は、温度プロファイル及び温度分布を制御することによって実現される。例えば、基板上のはんだ組成物を、基板側から加熱するとともに、はんだ組成物の表面側から加冷することが有効である。

#### 【0014】

リフロー工程では、はんだ組成物にその表面側が低く基板側が高くなるような温度差を設けることにより、基板側に近いはんだ粒子から先に沈降させる、としてもよい。はんだ組成物の表面側が低くはんだ組成物の基板側が高くなるような温度差を設けると、液体材料は温度が高いほど粘度が低下するので、パッド電極に近い下方のはんだ粒子は、先に沈降かつ溶融し始め、パッド電極に接触すると濡れ広がる。その時、パッド電極から遠い上方のはんだ粒子は、まだ十分に沈降かつ溶融していない。したがって、はんだ粒子同士で合体する機会をより減少させることができるので、はんだブリッジの発生もより抑制される。また、このような加熱状態は、温度プロファイル及び温度分布を制御することに加えて、液体材料の粘度の温度依存性とはんだ粒子の融点との関係を調整することにより、実現される。

#### 【0015】

リフロー工程では、液体材料の対流を利用してはんだ粒子をパッド電極へ供給する、としてもよい。はんだ組成物を基板側から加熱すると、液体材料に対流が発生し、これによりはんだ粒子が液体材料中を動く。そのため、パッド電極上に載置されなかったはんだ粒子もパッド電極上へ移動してはんだバンプの一部になる。したがって、はんだ粒子が有効に利用される。

#### 【0016】

リフロー工程では、容器内に基板を入れて、容器内においてはんだ組成物中に基板を浸漬した状態で加熱する、としてもよい。加熱中は、基板と容器との隙間にも液状のはんだ

組成物が満たされる。そのため、容器から基板への熱伝導が均一になる。また、従来技術におけるはんだペーストでは、印刷厚やはんだ粒子の含有量を調整することによって、はんだバンプの大きさ（高さ）を変えていた。これに対して、本発明では、はんだ組成物の載置量を調整するだけで、基板上のはんだ組成物の厚みを任意に変えられるので、簡単にはんだバンプの大きさ（高さ）を変えられる。

#### 【0017】

本発明に係るはんだバンプ形成装置は、複数のパッド電極が離間して設けられた基板上のはんだ組成物を、加熱及びリフローしてはんだバンプを形成するものである。このとき用いるはんだ組成物は、はんだ粒子とフラックス作用を有する液体材料との混合物からなり、常温で又は加熱中に液状になる性質を有する。これに加え、本発明に係るはんだバンプ形成装置は、基板側からはんだ組成物を加熱する加熱手段を備えている。また、基板上のはんだ組成物をその表面側から加冷する加冷手段を更に備えてもよい。この場合は、はんだ組成物の表面側が低く基板側が高い温度差を、所望の状態に実現できる。

#### 【0018】

また、基板及び基板上のはんだ組成物を収容する容器を更に備え、加熱手段は容器を通して基板側からはんだ組成物を加熱する、としてもよい。このとき、基板は平板であり、容器は、基板を載置する平らな底面と、液状のはんだ組成物の横溢を防止する周壁とを有する、としてよい。この場合は、容器の底面上に基板が密接するので、熱伝導が向上する。なお、加熱手段は、熱風により加熱するものでも、熱伝導により加熱するものでもよい。本発明に係るはんだバンプ形成装置も、前述した本発明に係るはんだバンプ形成方法の作用と同等の作用を奏する。

#### 【0019】

次に、本発明で用いるはんだ組成物の一例について説明する。はんだ組成物の液体材料は、例えば液状体である。そして、液状体は、常温の状態では平面に滴下すると自重で広がって均一な厚みになる粘度と、はんだ粒子の融点以上に加熱された状態ではんだ粒子によるはんだ濡れを母材に引き起こすフラックス作用とを有する。はんだ粒子は、液状体とともに平面に滴下した際に液状体とともに広がって均一に分散する、混合比及び粒径を有する。

#### 【0020】

このはんだ組成物は、常温の状態では平面に滴下すると自重で広がって均一な厚みになるので、この点においてはんだペーストとは全く異なる。このような性質（流動性）を得るには、液状体の常温での粘度が低いこと、はんだ粒子の混合比が小さいこと、及びはんだ粒子の粒径が小さいことが要求される。例えば、はんだ粒子の混合比は、好ましくは30wt%以下、より好ましくは20wt%以下、最も好ましくは10wt%以下である。はんだ粒子の粒径は、好ましくは35 $\mu$ m以下、より好ましくは20 $\mu$ m以下、最も好ましくは10 $\mu$ m以下である。

#### 【0021】

このはんだ組成物は、次のような構成にしてもよい。はんだ粒子は、表面に自然酸化膜のみを有する。液状体のフラックス作用は、はんだ粒子の融点以上に加熱された状態で、はんだ粒子同士の合体を抑制しつつ、はんだ粒子と母材とのはんだ付けを促進するとともに、母材上に形成されたはんだ皮膜とはんだ粒子との合体を促進するものである。このようなフラックス作用の成分は、本発明者が実験及び考察を繰り返して発見したものである。

#### 【0022】

このような成分としては、例えば酸が挙げられる。酸は無機酸（例えば塩酸）と有機酸（例えば脂肪酸）とに大別できるが、ここでは有機酸を例に説明する。

#### 【0023】

本発明者は、「有機酸は、はんだ粒子同士を合体させる作用は小さいが、パッド電極にはんだ濡れを生じさせる作用は大きい。」ということを見出した。このような作用が生じる理由として、次の（１），（２）のようなことが考えられる。



#### 【0024】

(1)．有機酸には、はんだ粒子の酸化膜を除去する作用が弱い。そのため、はんだ粒子に故意に酸化膜を形成しなくても、はんだ粒子の自然酸化膜によって、はんだ粒子同士の合体を抑えることができる。したがって、本発明では、はんだ粒子の酸化膜を形成する工程が不要である。一方、特許文献1の従来技術では、フラックスの作用が強すぎるので、はんだ粒子に厚い酸化膜を形成しなければ、はんだ粒子同士が合体してしまう。

#### 【0025】

(2)．有機酸は、何らかの理由によって、はんだ粒子を母材に広げて界面を合金化するとともに、母材上に形成されたはんだ皮膜にはんだ粒子を合体させる作用がある。はんだ粒子同士はほとんど合体しないにもかかわらず、母材上ではんだ濡れが生ずるメカニズムは定かではない。推測として、はんだ粒子と母材との間で、僅かな酸化膜を打ち破る何らかの反応が起こっていると考えられる。例えば、金メッキされた母材であれば、金のはんだ中への拡散効果により、はんだ粒子に例え薄い酸化膜があったとしてもはんだ濡れが生ずる。銅からなる母材の場合は、銅が有機酸と反応して有機酸銅塩となり、その有機酸銅塩がはんだと接触することによりイオン化傾向の差から還元され、金属銅がはんだ中に拡散してはんだ濡れが進行する。母材上に形成されたはんだ皮膜にはんだ粒子が合体する理由については、例えば表面張力が考えられる。

#### 【0026】

また、はんだ粒子とともに混合される液状体は油脂であり、この液状体中に含まれる成分は油脂中に含まれる遊離脂肪酸である、としてもよい。油脂は、様々な用途で広く流通しているので入手しやすく安価かつ無害であり、しかも遊離脂肪酸という有機酸を元々含んでいる。特に、脂肪酸エステル（例えばネオペンチルポリオールエステル）は、一般に熱・酸化安定性に優れるので、はんだ付けには最適である。また、遊離脂肪酸の含有量を十分なものとするために、油脂の酸価は1以上であることが好ましい。酸価とは、油脂中に含まれる遊離脂肪酸を中和するのに要する水酸化カリウムのミリグラム数をいう。すなわち、酸価の値が大きいほど、遊離脂肪酸が多く含まれることになる。

#### 【0027】

換言すると、本発明で用いるはんだ組成物において使用する油脂は、パンプ形成が完了するまで存在し、その間にはんだが空気と直接接触することを防ぐことにより、はんだの酸化を抑制する。また、油脂に含ませた有機酸は、はんだ表面の酸化膜の除去に寄与するものの、はんだ表面の酸化膜を完全に除去してしまわないように、その含有量を制御する。これにより、はんだ粒子同士の合体を抑えつつ、母材表面にはんだ付け可能となる状態を実現することができる。有機酸は母材表面の酸化膜を除去するに足る量が必要であり、そのために油脂の酸価は1以上であることが好ましい。

#### 【0028】

更に換言すると、本発明で用いるはんだ組成物は、油脂に有機酸が含まれるものである。この有機酸は、油脂中に元々含まれているものでも、後から添加したものでも、どちらでも良い。有機酸には、はんだ粒子及び母材の酸化膜を還元する効果がある。また、本発明者は、油脂中の有機酸量を適切に制御してはんだ粒子表面に僅かな酸化膜を残すことにより、はんだ粒子同士の合体を抑えつつ、母材上へはんだ付けが可能となることを見出した。また、はんだに錫が含まれる場合は、有機酸がはんだ表面の酸化膜を還元する過程で有機酸錫塩が副生成物として得られ、この有機酸錫塩がはんだ粒子同士の合体を大幅に抑制することも、本発明者が見出した。これらの現象を制御することにより、はんだ粒子同士の合体を防ぎつつ、例えばパッド電極上にショートの生じないはんだパンプを形成できる。

#### 【0029】

なお、ここでいう「はんだ」には、はんだパンプ形成用に限らず、半導体チップのダイボンディング用や、例えば銅管の接合用に用いられる「軟ろう」と呼ばれるもの等も含まれるとともに、当然のことながら鉛フリーはんだも含まれる。「はんだパンプ」には、半球状や突起状のものに限らず、膜状のものも含まれる。「はんだ皮膜」とは、膜状のもの

に限らず、半球状や突起状のものも含むものとする。「基板」には、半導体ウエハや配線板などが含まれる。「液状体」は、液体の他に流動体などでもよく、油脂の他にフッ素系高沸点溶剤やフッ素系オイルなどでもよい。

#### 【発明の効果】

##### 【0030】

本発明に係るはんだバンプ形成方法によれば、常温で又は加熱中に液状になる性質を有するはんだ組成物を用い、基板上のはんだ組成物を基板側から加熱することにより、パッド電極に近い下方のはんだ粒子を先に溶融させてパッド電極に濡れ広がらせる一方で、パッド電極から遠い上方のはんだ粒子を十分に溶融させない状態を作り出すことができる。そのため、はんだ粒子同士で合体する機会を減少させることができ、これによりはんだブリッジの発生を抑制できる。したがって、はんだバンプを高密度かつ微細に形成できる。

##### 【0031】

また、基板上にベタ塗りではんだ組成物を載置しても、リフロー時にはんだ粒子同士が合体しないことにより、はんだブリッジの発生を抑えられるので、簡単な方法ではんだバンプを高密度かつ微細に形成できる。

##### 【0032】

また、基板上のはんだ組成物を基板側から加熱するとともにはんだ組成物の表面側から加冷することにより、はんだ組成物の基板側が高く表面側が低い温度分布を所望の状態を作り出すことができる。

##### 【0033】

また、基板側に近いはんだ粒子から先に沈降させることにより、パッド電極に近い下方のはんだ粒子を先に沈降かつ溶融させてパッド電極に濡れ広がらせる一方で、パッド電極から遠い上方のはんだ粒子を十分に沈降かつ溶融させない状態を作り出すことができる。そのため、はんだ粒子同士で合体する機会をより減少させることができ、これによりはんだブリッジの発生をより抑制できる。

##### 【0034】

また、リフロー時に液体材料の対流を利用してはんだ粒子を動かすことにより、パッド電極上に載置されなかったはんだ粒子をパッド電極上へ導けるので、はんだ粒子を無駄なく有効に利用できる。

##### 【0035】

また、容器内に基板を入れて、容器内においてはんだ組成物中に基板を浸漬した状態で加熱することにより、基板と容器との隙間にも液状のはんだ組成物を満たして加熱できるので、容器から基板への熱伝導を均一にできる。したがって、同じ条件で多数のはんだバンプを同時に形成できるので、はんだバンプの製造上のバラツキを低減できる。これに加え、はんだ組成物の基板への載置量を調整するだけで、はんだバンプの大きさ（高さ）を簡単に変えることができる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

##### 【0036】

次に、本発明の実施形態を図面に基づき説明する。なお、特許請求の範囲における「塗布工程」及び「液体材料」は、それぞれ具体化して「滴下工程」及び「液状体」と言い換える。

##### 【0037】

図1は、本発明に係るはんだバンプ形成方法の第一実施形態を示す断面図である。以下、この図面に基づき説明する。なお、図1は、基板上にはんだ組成物を塗布した状態であり、上下方向は左右方向よりも拡大して示している。

##### 【0038】

本実施形態で使用するはんだ組成物10は、多数のはんだ粒子11と脂肪酸エステルからなる液状体12との混合物からなり、パッド電極22にはんだバンプを形成するために用いられる。そして、液状体12は、常温の状態で基板20に滴下すると自重で広がって均一な厚みになる粘度と、はんだ粒子11の融点以上に加熱された状態ではんだ粒子11

によるはんだ濡れをパッド電極 2 2 に引き起こすフラックス作用とを有する。はんだ粒子 1 1 は、液状体 1 2 とともに基板 2 0 に滴下した際に液状体 1 2 とともに広がって均一に分散する、混合比及び粒径を有する。

#### 【0039】

また、はんだ粒子 1 1 は表面に自然酸化膜（図示せず）のみを有する。液状体 1 2 は、脂肪酸エステルであるので、有機酸の一種である遊離脂肪酸を元々含んでいる。遊離脂肪酸は、はんだ粒子 1 1 の融点以上に加熱された状態で、はんだ粒子 1 1 同士の合体を抑制しつつ、はんだ粒子 1 1 とパッド電極 2 2 とのはんだ付けを促進するとともに、パッド電極上 2 2 に形成されたはんだ皮膜とはんだ粒子 1 1 との合体を促進する作用を有する。

#### 【0040】

液状体 1 2 に含まれる有機酸は、必要に応じて添加しても良い。つまり、はんだ粒子 1 1 の酸化度合いや分量に応じて、液状体 1 2 の有機酸含有量を調整する。例えば、多量のはんだバンプを形成する場合は、はんだ粒子 1 1 も多量になるので、全てのはんだ粒子 1 1 の酸化膜を還元するのに十分な有機酸を含有する必要がある。一方、バンプ形成に使用される以上の過剰なはんだ粒子 1 1 を加える場合は、有機酸の含有量を少なくして液状体 1 2 の活性力を落とすことにより、はんだ粉末粒度分布でいうところの微細な側のはんだ粒子 1 1 を溶かさないようにして、比較的大きなはんだ粒子 1 1 のみで最適なバンプ形成を行うことも可能である。この際、溶けずに残った微細なはんだ粒子 1 1 は、はんだ粒子 1 1 同士の合体を防ぐことにより、パッド電極 2 2 のショートを低減させる効果も持つ。

#### 【0041】

はんだ粒子 1 1 は液状体 1 2 中に均一に分散している必要があるので、はんだ組成物 1 0 は使用直前に攪拌しておくことが望ましい。はんだ粒子 1 1 の材質は、錫鉛系はんだ又は鉛フリーはんだ等を使用する。隣接するパッド電極 2 2 同士の周端間の最短距離  $a$  よりも、はんだ粒子 1 1 の直径  $b$  を小さくするとよい。この場合、隣接する二つのパッド電極 2 2 上のはんだ皮膜にそれぞれ到達したはんだ粒子 1 1 同士は、接触しないため合体してはんだブリッジを形成することがない。

#### 【0042】

はんだ組成物 1 0 は、パッド電極 2 2 を有する基板 2 0 上に、常温において自然落下により滴下させる。これだけで、基板 2 0 上に均一な厚みのはんだ組成物 1 0 を塗布できる。つまり、スクリーン印刷やディスペンサを用いることなく、均一な膜厚のはんだ組成物 1 0 の塗布膜を基板 2 0 上に形成することができる。塗布の均一性ははんだバンプのばらつきに影響を及ぼすため、できる限り均一に塗布する。その後、基板 2 0 全体を均一に加熱することにより、はんだバンプの形成が可能となる。加熱は短時間ではんだ融点以上まで昇温する。短時間で昇温することにより、プロセス中での有機酸活性力の低下を抑えることができる。

#### 【0043】

次に、本実施形態で使用する基板 2 0 について説明する。基板 2 0 はシリコンウエハである。基板 2 0 の表面 2 1 には、パッド電極 2 2 が形成されている。パッド電極 2 2 上には、本実施形態の形成方法によってはんだバンプが形成される。基板 2 0 は、はんだバンプを介して、他の半導体チップや配線板に電氣的及び機械的に接続される。パッド電極 2 2 は、形状が例えば円であり、直径  $c$  が例えば  $40\ \mu\text{m}$  である。隣接するパッド電極 2 2 の中心間の距離  $d$  は、例えば  $80\ \mu\text{m}$  である。はんだ粒子 1 4 の直径  $b$  は、例えば  $3\sim 15\ \mu\text{m}$  である。

#### 【0044】

パッド電極 2 2 は、基板 2 0 上に形成されたアルミニウム電極 2 4 と、アルミニウム電極 2 4 上に形成されたニッケル層 2 5 と、ニッケル層 2 5 上に形成された金層 2 6 とからなる。ニッケル層 2 5 及び金層 2 6 は UBM (under barrier metal又はunder bump metallurgy) 層である。基板 2 0 上のパッド電極 2 2 以外の部分は、保護膜 2 7 で覆われている。

#### 【0045】

次に、パッド電極 22 の形成方法について説明する。まず、基板 20 上にアルミニウム電極 24 を形成し、アルミニウム電極 24 以外の部分にポリイミド樹脂又はシリコン窒化膜によって保護膜 27 を形成する。これらは、例えばフォトリソグラフィ技術及びエッチング技術を用いて形成される。続いて、アルミニウム電極 24 表面にジンケート処理を施した後に、無電解めっき法を用いてアルミニウム電極 24 上にニッケル層 25 及び金層 26 を形成する。この UBM 層を設ける理由は、アルミニウム電極 24 にはんだ濡れ性を付与するためである。

#### 【0046】

はんだ粒子 11 の材質としては、例えば Sn-Pb（融点 183℃）、Sn-Ag-Cu（融点 218℃）、Sn-Ag（融点 221℃）、Sn-Cu（融点 227℃）等を使用する。

#### 【0047】

加熱手段 40 は、例えばブロウと電熱ヒータとからなり、熱風 41 を当てて基板 20 側（下側）からはんだ組成物 10 を加熱する。

#### 【0048】

図 2 及び図 3 は、本発明に係るはんだバンプ形成方法の第一実施形態を示す断面図である。図 2 は滴下工程であり、図 2【1】～図 2【3】の順に工程が進行する。図 3 は、リフロー工程であり、図 3【1】～図 3【3】の順に工程が進行する。以下、これらの図面に基づき説明する。ただし、図 1 と同じ部分は同じ符号を付すことにより説明を省略する。

#### 【0049】

図 2 では、基板 20 上のパッド電極 22 の図示を略している。まず、図 2【1】に示すように、受け容器 30 に基板 20 を入れる。そして、注ぎ容器 31 中で必要に応じはんだ組成物 10 を攪拌した後、注ぎ口 32 からはんだ組成物 10 を基板 20 上に滴下させる。すると、はんだ組成物 10 が自重で広がって均一な厚みになる。このときは、常温でよく、しかも、はんだ組成物 10 の自然落下を利用できる。なお、印刷機や吐出機を用いてはんだ組成物 10 を基板 20 上に塗布してもよい。

#### 【0050】

なお、受け容器 30 は、リフロー工程で基板 20 とともに加熱するので、耐熱性がある熱伝導が良く、かつはんだ粒子 11 によるはんだ濡れが生じない金属例えばアルミニウムからなる。また、受け容器 30 は、平板状の基板 20 を載置する平らな底面 33 と、はんだ組成物 10 の横溢を防止する周壁 34 とを有する。この場合は、受け容器 30 の底面 33 上に基板 20 が密接するので、熱伝導が向上する。なお、図 1 及び図 3 では受け容器 30 の図示を略している。

#### 【0051】

また、滴下工程の途中又は後に、基板 10 を水平に回転させることによって、基板 20 上のはんだ組成物 10 を均一な厚みにしてもよい。基板 10 を水平に回転させるには、市販のスピコート装置を用いればよい。

#### 【0052】

滴下工程の終了は、はんだ組成物 10 中に基板 20 が浸漬されるまで、はんだ組成物 10 を滴下するか否かによって二通りに分かれる。図 2【2】は、はんだ組成物 10 中に基板 20 を浸漬しない場合である。この場合、基板 20 上のはんだ組成物 10 の厚み  $t_1$  は、はんだ組成物 10 の主に表面張力及び粘性によって決まる値である。一方、図 2【3】は、はんだ組成物 10 中に基板 20 を浸漬する場合である。この場合、基板 20 上のはんだ組成物 10 の厚み  $t_2$  は、滴下するはんだ組成物 10 の量に応じた所望の値に設定できる。

#### 【0053】

以上の滴下工程によって、図 1 に示すように、複数のパッド電極 22 が離間して設けられた基板 20 上に、はんだ組成物 10 がベタ塗りによって載置されたことになる。このとき、複数のバンプ電極 22 上及びこれらの間隙の保護膜 27 上を含む面に、全体的にはんだ

た組成物 10 が載置される。はんだ組成物 10 は、ちょうどインクのような状態である。

#### 【0054】

続いて、リフロー工程で、基板 20 及びはんだ組成物 10 の加熱が始まると、液状体 12 の粘性が低下する。すると、図 3 [1] に示すように、はんだ粒子 11 は、液状体 12 よりも比重が大きいので、沈降してパッド電極 22 上及び保護膜 27 上に積み重なる。

#### 【0055】

続いて、図 3 [2] に示すように、はんだ組成物 10 がはんだ粒子 11 の融点以上に加熱される。ここで、基板 20 上のはんだ組成物 10 を基板 20 側から加熱しているので、はんだ組成物 10 は表面になるほど温度が低く基板 20 側になるほど温度が高くなる。すると、パッド電極 22 に近い下方のはんだ粒子 11 は、先に溶融し始め、溶融すればパッド電極 22 に濡れ広がる。その時、パッド電極 22 から遠い上方のはんだ粒子 11 は、まだ十分に溶融していない。したがって、はんだ粒子 11 同士で合体する機会を減少させることができるので、はんだブリッジの発生も抑制される。換言すると、リフロー工程では、最初にパッド電極 22 をはんだ粒子 11 の融点以上に加熱し、パッド電極 22 に接触しているはんだ粒子 11 を溶融して、パッド電極 22 に濡れ広がったはんだ皮膜 23' を形成し、はんだ皮膜 23' に更にはんだ粒子 11 を合体させる。

#### 【0056】

また、このとき、液状体 12 に含まれる有機酸の作用によって、次のような状態が引き起こされる。まず、はんだ粒子 11 同士は合体が抑えられる。ただし、図 3 [2] では図示していないが、一部のはんだ粒子 11 同士は合体して大きくなる。つまり、はんだ粒子 11 同士は合体しても一定の大きさ以下であれば問題ない。一方、はんだ粒子 11 は、パッド電極 20 上に広がって界面に合金層を形成する。その結果、パッド電極 20 上にはんだ皮膜 23' が形成され、はんだ皮膜 23' に更にはんだ粒子 11 が合体する。すなわち、はんだ皮膜 23' は成長して、図 2 [3] に示すようなはんだバンプ 23 となる。

#### 【0057】

なお、図 3 [3] において、はんだバンプ 23 の形成に使用されなかったはんだ粒子 11 は、残った液状体 12 とともに後工程で洗い落とされる。

#### 【0058】

また、リフロー工程では、はんだ組成物 10 にその表面側が低く基板 20 側が高くなるような温度差を設けることにより、基板 20 側に近いはんだ粒子 11 から先に沈降させてもよい。はんだ組成物 10 の表面側が低くはんだ組成物 10 の基板 20 側が高くなるような温度差を設けると、液状体 12 は温度が高いほど粘度が低下するので、パッド電極 22 に近い下方のはんだ粒子 11 は、先に沈降かつ溶融し始め、パッド電極 22 に接触すると濡れ広がる。その時、パッド電極 22 から遠い上方のはんだ粒子 11 は、まだ十分に沈降かつ溶融していない。したがって、はんだ粒子 11 同士で合体する機会をより減少させることができるので、はんだブリッジの発生もより抑制される。また、このような加熱状態は、例えば基板 20 上のはんだ組成物 10 を基板 20 側から加熱するとともにはんだ組成物 10 の表面側から加冷したり、液状体 12 の粘度の温度依存性とはんだ粒子 11 の融点との関係を調整したりすることにより、実現される。

#### 【0059】

更に、リフロー工程では、液状体 12 の対流を利用してはんだ粒子 11 をパッド電極 22 へ供給するようにしてもよい。はんだ組成物 10 を基板 20 側から加熱すると、液状体 12 に対流が発生し、これによりはんだ粒子 11 が液状体 12 中を動く。そのため、パッド電極 22 上に載置されなかったはんだ粒子 11 もパッド電極 22 上へ移動してはんだバンプ 23 の一部になる。したがって、はんだ粒子 11 が有効に利用される。

#### 【0060】

図 4 は、本発明に係るはんだバンプ形成装置の第一実施形態を示す概略断面図である。以下、この図面に基づき説明する。ただし、図 1 乃至図 3 と同一部分は同一符号を付すことにより説明を省略する。なお「受け容器 30」は「容器 30」と略称する。

#### 【0061】

本実施形態のはんだバンプ形成装置 50 は、基板 20 上のはんだ組成物 10 を加熱及びリフローしてはんだバンプを形成するものであり、はんだ組成物 10 を基板 20 側から加熱する加熱手段 40 と、はんだ組成物 10 をその表面側から加冷する及び加冷手段 60 とを備えている。

#### 【0062】

加熱手段 40 は、主加熱源 42、副加熱源 43、ブロー 44、蓄熱部材 45、熱風循環ダクト 46、開口部 47 等からなる。主加熱源 42 及び副加熱源 43 は、例えば電熱ヒータである。蓄熱部材 45 は、例えばアルミニウムからなり、熱風 41 を通過させる多数の透孔 48 が形成されている。熱風 41 はブロー 44 によって循環されている。すなわち、熱風 41 は、主加熱源 42 → 蓄熱部材 45 → 開口部 47（容器 30 を加熱）→ 循環ダクト 46 → 副加熱源 43 → 熱風循環ダクト 46 → ブロー 44 → 主加熱源 42、と循環する。この加熱手段 40 は、熱風 41 を容器 30 に当てて加熱するので、熱伝導を利用するものに比べて、基板 20 全体をより均一に加熱できる。

#### 【0063】

加冷手段 60 は、主加冷源 62、副加冷源 63、ブロー 64、蓄冷部材 65、冷風循環ダクト 66、開口部 67、熱吸収板 68 等からなる。主加冷源 62 及び副加冷源 63 は、例えば冷却水クーラである。蓄冷部材 65 は、例えばアルミニウムからなり、冷風 61 を通過させる多数の透孔 69 が形成されている。熱吸収板 68 は、例えばアルミニウムからなり、はんだ組成物 10 側を黒体に近い状態とすることが望ましい。冷風 61 はブロー 64 によって循環されている。すなわち、冷風 61 は、主加冷源 62 → 蓄冷部材 65 → 開口部 67（熱吸収板 68 を冷却）→ 循環ダクト 66 → 副加冷源 63 → 冷風循環ダクト 66 → ブロー 64 → 主加冷源 62、と循環する。また、冷風 41 は、はんだ組成物 10 の表面側を加冷できればよいので、例えば 100℃ 程度の風も含むものとする。なお、加冷手段 60 は省略することもできる。

#### 【0064】

次に、はんだバンプ形成装置 50 の動作を説明する。はんだ組成物 10 を基板 20 側から加熱手段 40 で加熱するとともに、はんだ組成物 10 をその表面側から加冷手段 60 で加冷する。すると、はんだ組成物 10 は、基板 20 側ほど温度が高く表面側ほど温度が低い温度分布となる。このとき、前述したように、はんだ粒子同士で合体する機会を減少させることができるので、はんだブリッジの発生も抑制される。したがって、高密度かつ微細なはんだバンプを容易に形成できる。

#### 【0065】

図 5 は、本発明に係るはんだバンプ形成装置の第二実施形態を示す概略断面図である。以下、この図面に基づき説明する。ただし、図 4 と同一部分は同一符号を付すことにより説明を省略する。

#### 【0066】

本実施形態のはんだバンプ形成装置 70 では、図 4 における熱風 41 を利用する加熱手段 40 に代えて、熱伝導を利用する加熱手段 71 を用いている。加熱手段 71 は、例えばパネルヒータなどの電熱ヒータであり、容器 30 を直接載置し、熱伝導によって容器 30 を加熱する単純な構成である。バンプ形成装置 70 によれば、第一実施形態に比べて構成を簡略化できる。

#### 【0067】

なお、本発明は、言うまでもないが、上記実施形態に限定されるものではない。例えば、シリコンウエハ（F C）の代わりに、配線板（B G A）を用いてもよい。また、電極材料は、アルミニウムに限らず、Al - Si、Al - Si - Cu、Al - Cu、Cu などを用いてもよい。

#### 【実施例 1】

#### 【0068】

以下、本実施形態を更に具体化した実施例 1 について説明する。

#### 【0069】

はんだ粒子は、組成が96.5wt%Sn-3.0wt%Ag-0.5wt%Cu（融点218℃）であり、直径が平均6μm（粒度分布2～11μm）のものを使用した。液状体には、脂肪酸エステル的一种（トリメチールプロパントリオレート）を使用した。この脂肪酸エステルの主な性状は、40℃での動粘度が48.3mm<sup>2</sup>/s、100℃での動粘度が9.2mm<sup>2</sup>/s、酸価が2.4である。有機酸は添加せずに、脂肪酸エステルに元々含まれる遊離脂肪酸を利用した。また、脂肪酸エステルは水分の影響を極力抑えるために水の蒸気圧以下での真空脱泡を行った。

#### 【0070】

はんだバンプ形成用の基板には、10mm□のシリコンチップを使用した。シリコンチップ上には、80μmピッチのパッド電極が二次元アレイ状に形成されていた。パッド電極の形状は40μm□であった。パッド電極表面の材質は、無電解ニッケルめっき上に形成されたコンマ数ミクロンの膜厚の金めっきであった。保護膜の材質はシリコン窒化物であった。

#### 【0071】

50mlの脂肪酸エステル中に2.0gのはんだ粉末を分散させたはんだ組成物を、マイクロピペットを用いて滴下することにより、基板上全面に50μl定量塗布した。その後、ホットプレート上でシリコンチップをはんだ融点以上まで加熱（70℃/min.）することにより、はんだバンプを形成した。その歩留まりは100%であった。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0072】

【図1】本発明に係るはんだバンプ形成方法の第一実施形態を示す断面図である。

【図2】本発明に係るはんだバンプ形成方法の第一実施形態を示す断面図（滴下工程）であり、図2【1】～図2【3】の順に工程が進行する。

【図3】本発明に係るはんだバンプ形成方法の第一実施形態を示す断面図（リフロー工程）であり、図3【1】～図3【3】の順に工程が進行する。

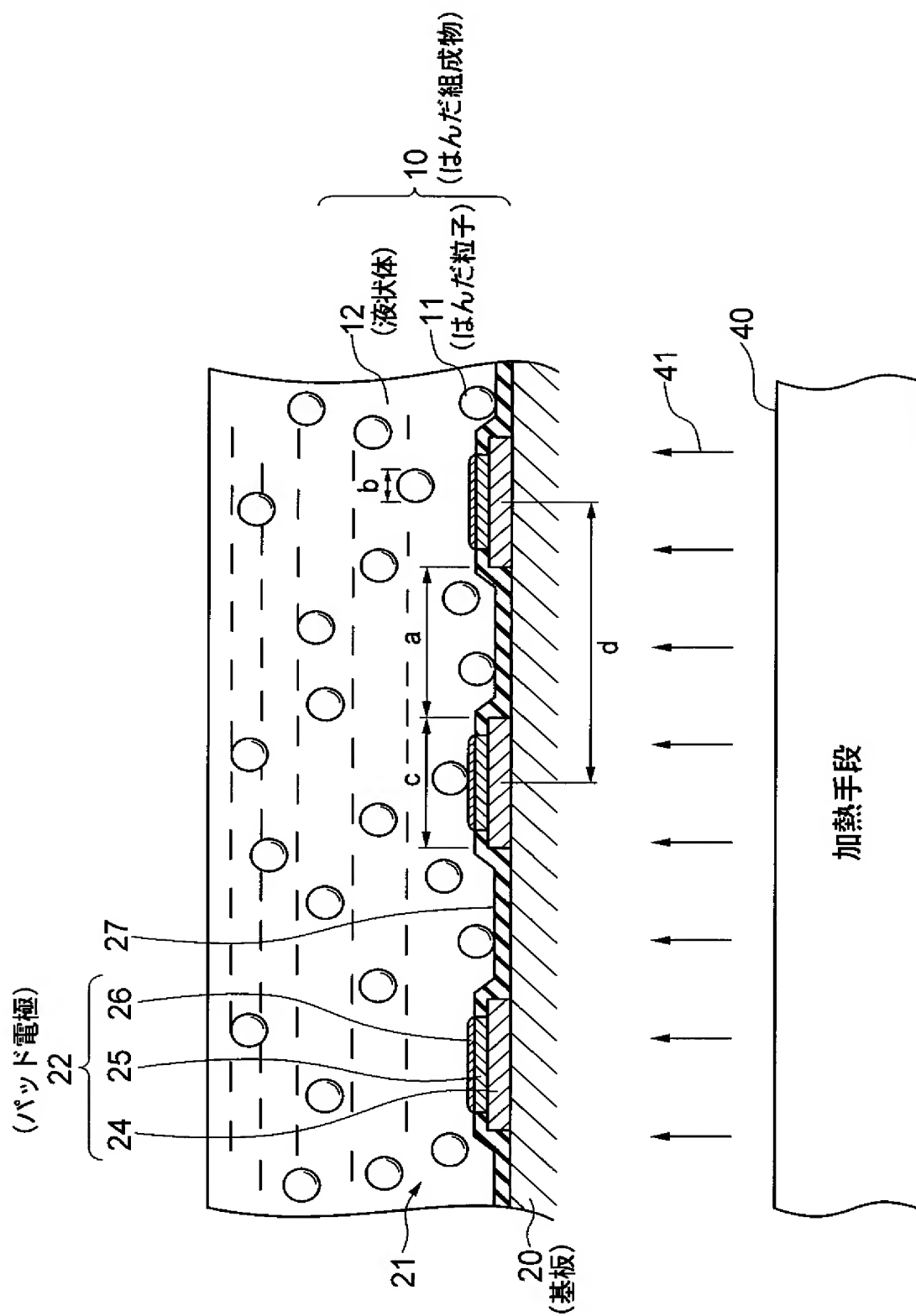
【図4】本発明に係るはんだバンプ形成装置の第一実施形態を示す概略断面図である。

【図5】本発明に係るはんだバンプ形成装置の第二実施形態を示す概略断面図である。

#### 【符号の説明】

#### 【0073】

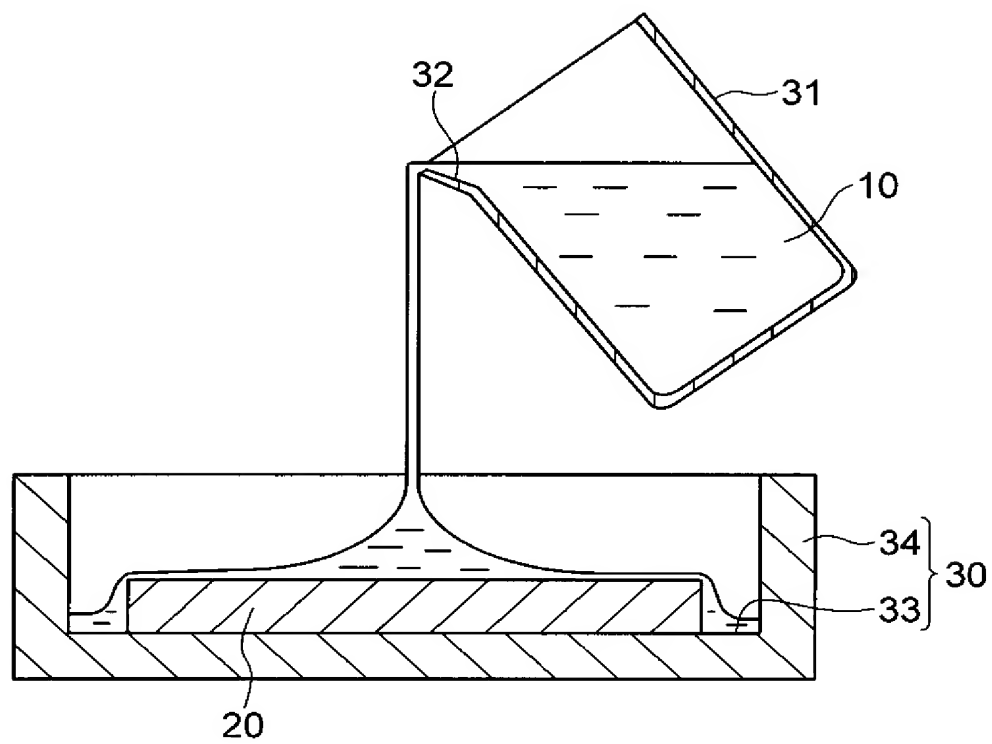
- 10 はんだ組成物
- 11 はんだ粒子
- 12 液状体（液体材料）
- 20 基板
- 21 基板の表面
- 22 パッド電極
- 23 はんだバンプ
- 23' はんだ皮膜
- 30 受け容器（容器）
- 31 注ぎ容器
- 32 注ぎ口
- 40, 71 加熱手段
- 41 熱風
- 50, 70 はんだバンプ形成装置
- 60 加冷手段
- 61 冷風



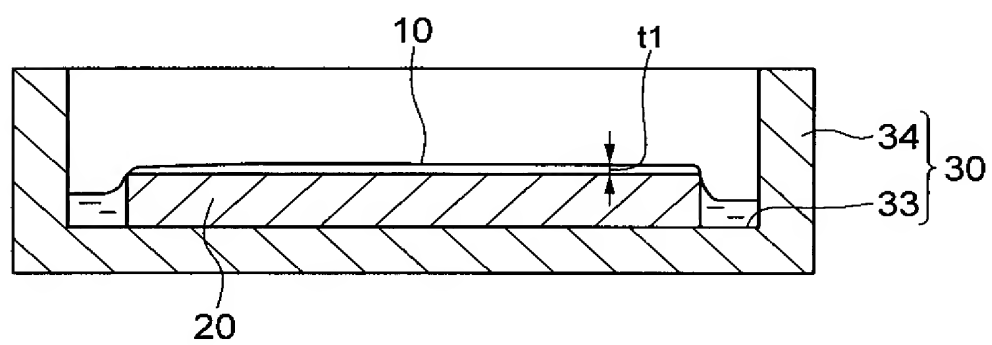


【図 2】

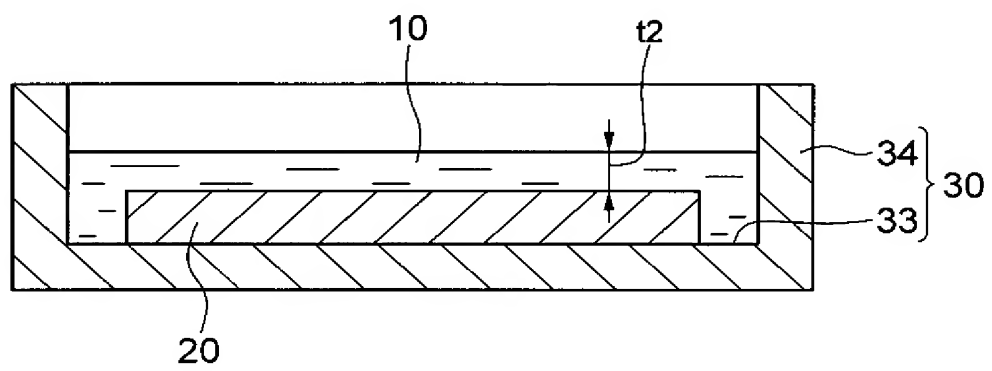
[1]



[2]

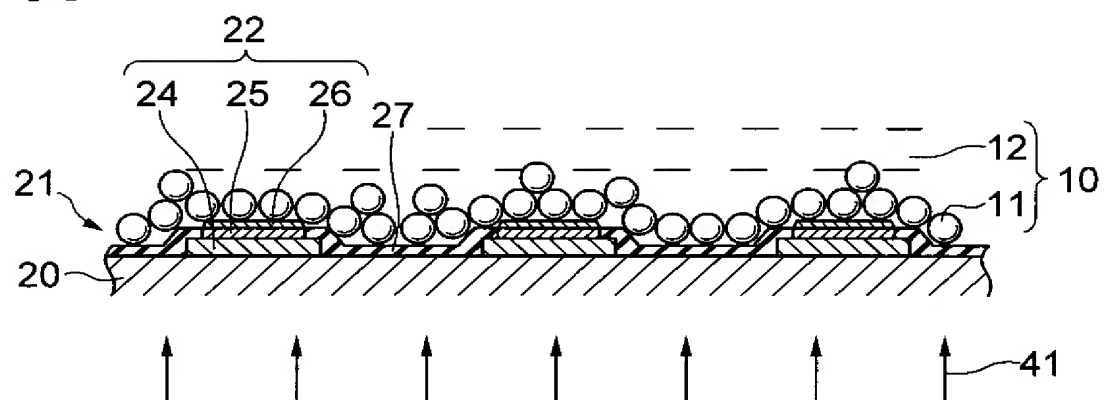


[3]

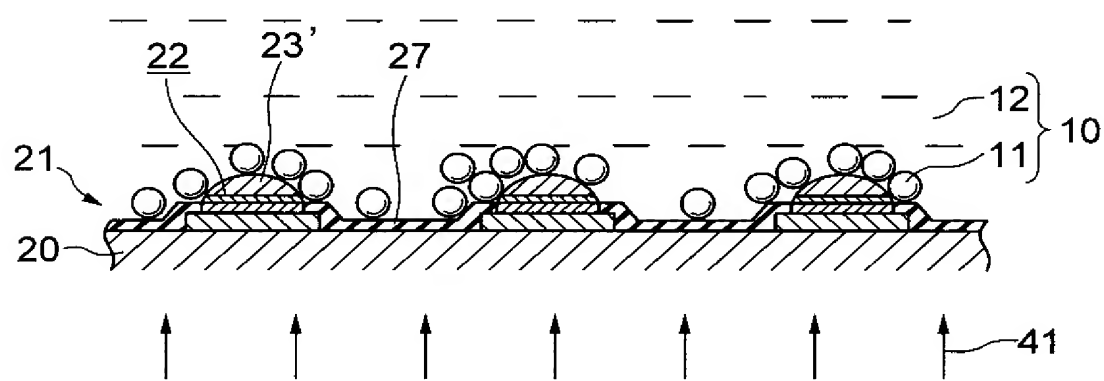


【図 3】

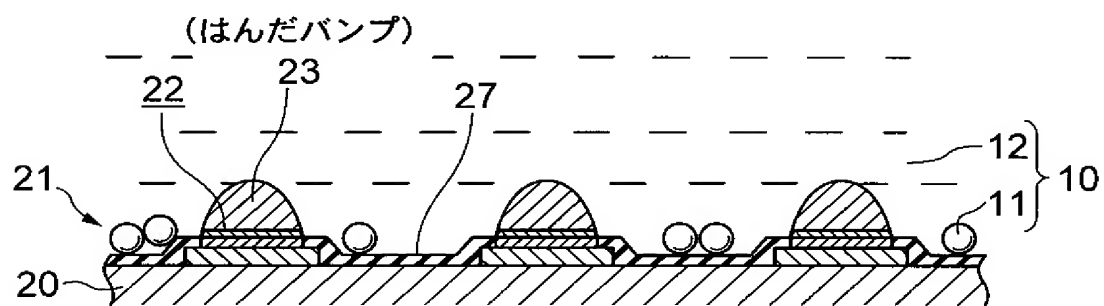
[1]



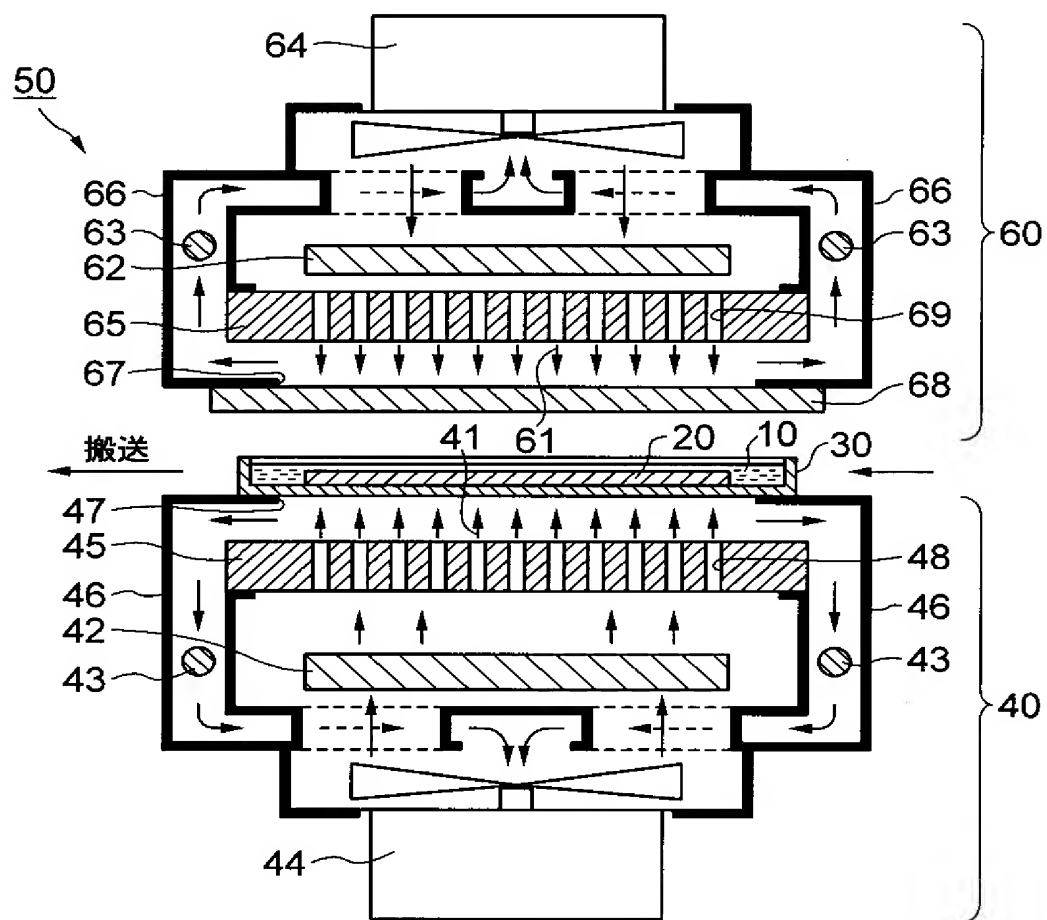
[2]



[3]



【図 4】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 はんだバンプの高密度化及び微細化を達成する。

【解決手段】 はんだ組成物 10 は、多数のはんだ粒子 11 と脂肪酸エステルからなる液状体 12 との混合物からなり、パッド電極 22 にはんだバンプを形成するために用いられる。そして、液状体 12 は、常温の状態で基板 20 に滴下すると自重で広がって均一な厚みになる粘度と、はんだ粒子 11 の融点以上に加熱された状態ではんだ粒子 11 によるはんだ濡れをパッド電極 22 に引き起こすフラックス作用とを有する。はんだ粒子 11 は、常温の状態で液状体 12 とともに基板 20 に滴下した際に液状体 12 とともに広がって均一に分散する、混合比及び粒径を有する。

【選択図】 図 1

【書類名】	出願人名義変更届
【提出日】	平成16年 8月 9日
【あて先】	特許庁長官 殿
【事件の表示】	
【出願番号】	特願2004- 99888
【承継人】	
【識別番号】	503360115
【氏名又は名称】	独立行政法人科学技術振興機構
【代表者】	冲村 憲樹
【承継人代理人】	
【識別番号】	100079164
【弁理士】	
【氏名又は名称】	高橋 勇
【手数料の表示】	
【予納台帳番号】	013505
【納付金額】	4,200円
【提出物件の目録】	
【物件名】	一部譲渡証書 1
【援用の表示】	同日提出の特願2002-157770の出願人名義変更届に添付のものを援用する。
【物件名】	委任状 1
【援用の表示】	同日提出の特願2002-157770の出願人名義変更届に添付のものを援用する。

## 出願人履歴

3 9 0 0 0 5 2 2 3

19901016

新規登録

東京都練馬区東大泉1丁目19番43号

株式会社タムラ製作所

5 0 3 3 6 0 1 1 5

20031001

新規登録

埼玉県川口市本町4丁目1番8号

独立行政法人 科学技術振興機構

5 0 3 3 6 0 1 1 5

20040401

名称変更

埼玉県川口市本町4丁目1番8号

独立行政法人科学技術振興機構